

Translation of abstract of DE 196 45 223 C1

Apparatus for the recovery of components of an anaesthesia gas

An apparatus for the recovery of components of an anaesthesia gas, wherein the anaesthesia gas supplied by an anaesthesia device (1) is pumped from an intermediate holder (8) by means of a compressor unit (9) into a pressure vessel (10), in which at least one of the components to be recovered is present in the liquid phase beneath a headspace gas (13), is to be improved in respect of its efficiency. In order to solve the problem, it is intended that a return line (21) be provided between the pressure vessel (10) and the intermediate holder (8), which return line (21) comes off the pressure vessel (10) in the region of the headspace gas (13) and has, within the course of the line, a concentrator (22) for the component to be recovered (Figure 1).

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
10 DE 196 45 223 C 1

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
F 25 J 3/06  
A 61 M 16/01

21 Aktenzeichen: 196 45 223.6-13  
22 Anmeldetag: 2. 11. 96  
43 Offenlegungstag: —  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 29. 1. 98

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Drägerwerk AG, 23558 Lübeck, DE

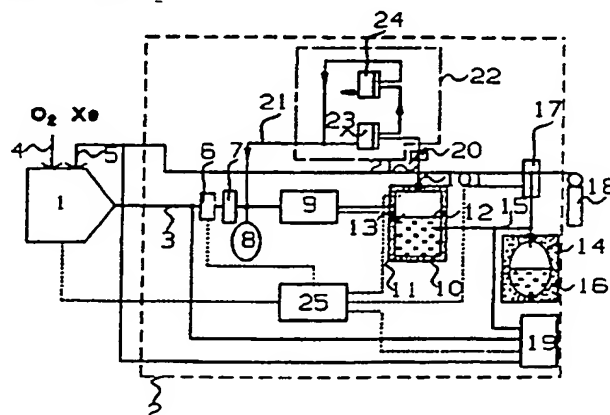
72 Erfinder:  
Floeter, Harald, 23560 Lübeck, DE; Dittmann, Ralf,  
23560 Lübeck, DE; Georgieff, Michael, Prof. Dr.med.,  
89134 Blaustein, DE; Marx, Thomas, Dr., 89077 Ulm,  
DE; Bäder, Stefan, 89250 Senden, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 44 21 533 C1  
DE 37 12 598 A1  
DE-OS 29 42 623 A1

54 Vorrichtung zur Rückgewinnung von Komponenten eines Anästhesiegases

57 Eine Vorrichtung zur Rückgewinnung von Komponenten eines Anästhesiegases, bei welcher das von einem Anästhesiegerät (1) gelieferte Anästhesiegas aus einem Zwischenspeicher (8) mit einer Kompressoreinheit (9) in einen Druckbehälter (10) gepumpt wird, in welchem zumindest eine der rückzugewinnenden Komponenten unterhalb eines Kopfgases (13) in der Flüssigphase vorliegt, soll hinsichtlich ihres Wirkungsgrades verbessert werden. Zur Lösung der Aufgabe ist vorgesehen, daß zwischen dem Druckbehälter (10) und dem Zwischenspeicher (8) eine Rückführleitung (21) vorgesehen ist, welche im Bereich des Kopfgases (13) aus dem Druckbehälter (10) abzweigt und welche im Leitungszug einen Konzentrator (22) für die rückzugewinnende Komponente aufweist (Figur 1).



DE 196 45 223 C 1

DE 196 45 223 C 1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1.

Seit etwa vier Jahrzehnten ist bekannt, daß sich das Edelgas Xenon als Inhalationsanästhetikum eignet und aufgrund seiner geringen Löslichkeit im Blut als nahezu ideales Narkosegas betrachtet werden kann. Als einziger Nachteil des Xenons wird der hohe Preis angesehen, der eine Rückgewinnung erfordert. Zwar ist der Marktpreis von Xenon seit Anfang der siebziger Jahre von ca. 100,- DM auf 8,- DM pro Liter gefallen, jedoch sind die Kosten bei einer Inhalationsanästhesie ohne Rückgewinnung noch beträchtlich. Wird beispielsweise bei einer Inhalationsnarkose ein Atemminutenvolumen von etwa sieben Litern appliziert, mit einer Zusammensetzung von etwa 50% Sauerstoff und 50% Xenon, so fallen bei einer einstündigen Narkose im halbgeschlossenen System mit Rückatmung Kosten von ca. 300,- DM für Xenon an. Dieselbe Narkose könnte mit Lachgas für 5% der Kosten von Xenon durchgeführt werden. Aber auch bei einer Rückgewinnung von Xenon aus dem Anästhesiegas sind die Kosten immer deutlich höher als bei einer konventionellen Narkose, da beim Rückgewinnungsprozeß immer Verluste an Xenon auftreten.

Aus der DE 44 11 533 C1 ist ein Anästhesiegerät mit einer Vorrichtung zur Rückgewinnung von Xenon als Anästhesiegasbestandteil bekanntgeworden, bei welcher das aus dem Anästhesiegerät austretende Expirationsgas nach einer Vorreinigung in einem Zwischenspeicher gesammelt, mit einem Kompressor verdichtet und dann in einen Druckbehälter gepumpt wird. Das Xenon wird durch Auskondensation in dem mit einer Kühlvorrichtung versehenen Druckbehälter zurückgewonnen. Das Überschußgas, welches sich oberhalb des verflüssigten Xenons befindet, und neben anderen Bestandteilen auch noch Xenon enthält, wird aus dem Druckbehälter in eine Anästhesiegas-Fortleitung abgeleitet und steht damit für die Rückgewinnung nicht mehr zur Verfügung.

Die DE 29 42 623 A1 bezieht sich auf ein Anästhesiegerät, bei welchem das aus dem Atemkreislauf abströmende, überschüssige Anästhesiegas über einen mit einer absorbierenden Flüssigkeit gefüllten Abscheider geleitet wird. Die Flüssigkeit dient hierbei zur Absorption des im Anästhesiegas befindlichen Inhalationsanästhetikums. Durch anschließende Destillation der Flüssigkeit ist eine fast vollständige Rückgewinnung des Inhalationsanästhetikums möglich. Nachteilig bei dem bekannten Anästhesiegerät ist, daß zur Rückgewinnung des Inhalationsanästhetikums ein aufwendiger Destillationsprozeß durchgeführt werden muß.

Aus der DE 37 12 598 A1 ist ein Anästhesiegerät bekannt, bei dem zur Beatmung des Patienten ein Gasgemisch aus Sauerstoff und Xenon benutzt wird. In der Expirationsleitung befindet sich eine Reinigungseinheit mit einem Filter. Das gereinigte expiratorische Atemgas wird mit einem Kompressor in zwei Druckbehälter gepumpt, die neben Sauerstoff entweder eine Konzentration von Xenon (80% oder) 80% enthalten. Das bekannte Anästhesiegerät gestattet zwar eine weitgehende Rückgewinnung von Xenon, jedoch ist man beim Einstellen der inspiratorischen Xenonkonzentration von der in den Druckbehältern befindlichen momentanen Gasartzusammensetzung abhängig. Aufwendige Analyseeinrichtungen, mit denen die Xenon-Konzentration in den Druckbehältern überwacht wird, erschweren die Handhabung des Gerätes.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den Wirkungsgrad einer Vorrichtung zur Anästhesiegas-Rückgewinnung zu verbessern.

Die Lösung der Aufgabe erfolgt mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

Der Vorteil der Erfindung besteht im wesentlichen darin, daß durch die Aufkonzentration der rückzugewinnenden Komponente und die Rückführung der aufkonzentrierten Komponenten auf die Ansaugseite der Kompressoreinheit eine Steigerung der Xenon-Ausbeute von etwa 10% erreicht werden kann. Besonders zweckmäßig ist es, bei einer Anordnung mit einem Druckbehälter, in welchem die rückzugewinnende Komponente in der Flüssigkeitsphase vorliegt, das oberhalb der verflüssigten Komponente befindliche Kopfgas über den Konzentrator zu leiten und das mit der Komponente aufkonzentrierte Gas dann der Ansaugseite der Kompressoreinheit wieder zuzuführen. Hierdurch ist eine weitere Auskondensation der rückzugewinnenden Komponente im Druckbehälter möglich.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Durch den Aufbau des Konzentrator aus kaskadenartig angeordneten Separationsmodulen, kann die Ausbeute der rückzugewinnenden Komponente weiter gesteigert werden, indem das Retenat des ersten Separationsmoduls einer erneuten Aufkonzentration unterzogen wird.

Besonders vorteilhaft ist es, den Konzentrator aus einem oder mehreren Membranmodulen aufzubauen. Derartige Module eignen sich besonders gut für die Aufkonzentration von Xenon. Die für die Gaspermeation notwendigen Membranen werden in eine entsprechende Haltevorrichtung eingebaut, mit welcher ein flächiger Gasstrom auf den Membranflächen erzeugt werden kann. Die Gaspermeation durch die Membranen wird durch eine Druckdifferenz zwischen der Anströmseite und der Permeatseite realisiert. Das Membranmodul muß für einen Innendruck von größer 100 bar spezifiziert sein.

Für die rückzugewinnende Komponente Xenon muß die Permeabilität eines Membranmoduls größer  $0,1 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{bar}$  sein.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und im folgenden näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine erste Ausführungsform einer Anästhesiegas-Rückgewinnung,

Fig. 2 eine alternative Ausführung zur Vorrichtung der Fig. 1.

Die Fig. 1 zeigt ein Anästhesiegerät 1 zur Beatmung eines in der Figur nicht dargestellten Patienten mit einem Atemgasgemisch aus Sauerstoff und Xenon. An einen Überschußgas-Auslaß 3 des Anästhesiegerätes 1 ist eine Vorrichtung 2 zur Rückgewinnung von Xenon angeschlossen. Das Anästhesiegerät 1 ist mit Gasanschlüssen 4, 5 für Sauerstoff und Xenon versehen. Das aus dem Überschußgas-Auslaß 3 austretende Anästhesiegas, welches neben Sauerstoff und Xenon auch noch die vom Patienten ausgeatmeten Gase Stickstoff und Kohlendioxyd enthält, gelangt mittels eines Anästhesiegas-Fördersystems 6 über eine Reinigungseinheit 7 in einen Zwischenspeicher 8. Die Reinigungseinheit 7 enthält ein in der Figur nicht dargestelltes Partikelfilter und eine Vorrichtung zur Entfernung von Kohlendioxyd. Das im Zwischenspeicher 8 befindliche, aufbereitete Anästhesiegas wird mittels einer Kompressoreinheit 9 aus dem Zwischenspeicher 8 abgesaugt, und in einem

der Kompressoreinheit 9 nachgeschalteten Druckbehälter 10 auf einen Druck von etwa 65 bar verdichtet. Der Druckbehälter 10 ist von einer Kühlvorrichtung 11 umgeben, deren Temperatur T so eingestellt ist, daß das rückzugewinnende Xenon in die Flüssigphase übergeht. Bei einem Druck von 65 bar beträgt die Temperatur T etwa 10°C. Das oberhalb eines Flüssigkeitsspiegels 12 im Druckbehälter 10 befindliche Kopfgas 13 enthält neben Sauerstoff und Stickstoff auch noch gewisse Restanteile an Xenon. Als zusätzliches Reservoir für flüssiges Xenon ist ein Speicherbehälter 14 vorgesehen, der über eine Förderleitung 15 mit dem Druckbehälter 10 verbunden und ebenfalls innerhalb einer Kühlvorrichtung 16 angeordnet ist. Beide Behälter 10, 14 enthalten flüssiges Xenon auf annähernd gleichem Druckniveau von 65 bar. Die Rückführung von Xenon zu dem Anästhesiegerät 1 erfolgt mittels eines an den Speicherbehälter 14 angeschlossenen Düsensystems 17, welches den Gasdruck von 65 bar im Speicherbehälter 14 auf einen für das Anästhesiegerät gebräuchlichen Druck von etwa 3 bar bis 6 bar entspannt. Parallel zum Speicherbehälter 14 ist an das Düsensystem 17 noch ein Xenon-Vorratsbehälter 18 angeschlossen, der als Notversorgung für den Fall dient, daß in dem Speicherbehälter 14 keine ausreichende Menge an Xenon vorhanden ist. Die Xenon-Konzentrationen in der Förderleitung 15, am Überschußgas-Auslaß 3 und am Xenon Gasanschluß 5, werden mittels einer Gasanalyseeinheit 19 überwacht.

Der Druckbehälter 10 besitzt im Bereich des Kopfgases 13 einen Gasauslaß 101, an welchen über ein Ventil 20 eine Rückführleitung 21 angeschlossen ist, die über einen Konzentrator 22 führend, in den Zwischenspeicher 8 mündet. Der Konzentrator 22 besteht aus zwei kaskadenförmig angeordneten Membranmodulen 23, 24, mit denen der Xenon-Anteil des Kopfgases 13 aufkonzentriert wird, um dann das mit Xenon aufkonzentrierte Kopfgas 13 erneut der Kompressoreinheit 9 zuführen zu können. Innerhalb des Konzentrators 22 erfolgt eine Druckreduzierung von dem Druckniveau des Druckbehälters 10 auf einen Wert von unter einem bar.

Eine Steuereinheit 25 enthält einen in der Fig. 1 nicht dargestellten Mikroprozessor und übernimmt alle anfallenden steuer- und regeltechnischen Aufgaben, insbesondere auch eine Druckmessung innerhalb des Druckbehälters 10. Die Steuereinheit 25 ist auch mit der Gasanalyseeinheit 19 verbunden und registriert ständig die Xenonkonzentrationen in der Förderleitung 15 und an dem Überschußgas-Auslaß 3 des Anästhesiegerätes 1. Sofern am Überschußgas-Auslaß 3 die Xenon-Konzentration kleiner 5% ist, wird kein Xenon zurückgewonnen, sondern es wird das aus dem Überschußgas-Auslaß 3 austretende Xenon-Sauerstoff-Gemisch über ein in der Figur nicht dargestelltes Umschaltventil einer in der Figur ebenfalls nicht dargestellten Narkosegasfortleitung zugeführt.

Die Arbeitsweise der in der Fig. 1 veranschaulichten Vorrichtung 2 ist folgendermaßen.

Die Steuereinheit 25 registriert ständig den Druck P innerhalb des Druckbehälters 10. Wird ein in der Steuereinheit 25 voreingestellter Druck  $P_{max}$  von zum Beispiel 65 bar erreicht, wird die Kompressoreinheit 9 abgeschaltet. Danach wird das Ventil 20 geöffnet und der Druck im Druckbehälter 10 durch Ablassen des Kopfgases 13 auf einen ebenfalls voreingestellten Wert  $P_{min}$  von zum Beispiel 63 bar reduziert. Danach wird die Kompressoreinheit 9 wieder eingeschaltet, um den Druck P innerhalb des Druckbehälters 10 wieder auf den Wert  $P_{max}$  zu erhöhen. Das während der Öffnungs-

dauer des Ventils 20 in die Rückführleitung 21 einströmende Kopfgas 13, wird mittels der Membranmodule 23, 24 mit Xenon aufkonzentriert, dem Zwischenspeicher 8 zugeführt und dann während der nächsten Kompressionsphase wieder in den Druckbehälter 10 gepumpt. Durch die Aufkonzentration des Xenons im Kopfgas 13 kann ein insgesamt erhöhter Anteil von Xenon zurückgewonnen werden. Die Steigerung der Xenons-Ausbeute beträgt je nach Ausführung des Konzentrators etwa 10%.

Fig. 2 zeigt eine alternative Ausführungsform zur Anästhesiegas-Rückgewinnung nach Fig. 1. Gleiche Komponenten sind mit gleichen Bezugsziffern der Fig. 1 bezeichnet. Unterschiedlich gegenüber der Vorrichtung nach der Fig. 1 ist, daß strömungsabwärts der Reinigungseinheit 7 ein Speicher 81 und ein Kompressor 91 vorgesehen sind, wobei der Kompressor 91 das Anästhesiegas aus dem Speicher 81 ansaugt und über einen aus zwei Membranmodulen 231, 241 bestehenden Konzentrator 221 wieder über eine Rückführleitung 211 zurück in den Speicher 81 fördert. Innerhalb der Membranmodule 231, 241 erfolgt eine Aufkonzentration der rückzugewinnenden Komponente, im vorliegenden Fall Xenon. Das Permeat des Membranmoduls 241, welches mit Xenon angereichert ist, wird in den Zwischenspeicher 8 geleitet und von dort von der Kompressoreinheit 9 angesaugt und erneut verdichtet. Die Aufkonzentration von Xenon mittels des Konzentrators 221 erfolgt zwischen den im wesentlichen drucklosen Speichern 8, 81. Mit dem Konzentrator 221 kann der Wirkungsgrad der Anlage weiter verbessert werden.

#### Patentsprüche

1. Vorrichtung zur Rückgewinnung von zumindestens einer Komponente eines Anästhesiegases, bei welcher das von einem Anästhesiegerät (1) gelieferte Anästhesiegas aus einem Zwischenspeicher (8) mit einer Kompressoreinheit in einen Druckbehälter gepumpt wird, dadurch gekennzeichnet, daß ein Konzentrator (22) vorgesehen ist, welcher die rückzugewinnende Komponente im Retentat/Permeat abgibt, daß eine vom Druckbehälter (10) zum Zwischenspeicher (8) verlaufende Rückführleitung (21) vorhanden ist und der Konzentrator (22) im Leitungszug der Rückführleitung (21) derart angeordnet ist, daß das die rückzugewinnende Komponente enthaltende Retentat/Permeat dem Zwischenspeicher (8) wieder zugeführt wird.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Anästhesiegerät (1) und dem Zwischenspeicher (8) ein Speicher (81), ein Kompressor (91) und ein Konzentrator (221) mit einer Rückführleitung (211) in der Weise angeordnet sind, daß der Kompressor (91) das Anästhesiegas aus dem Speicher (81) ansaugt und über den Konzentrator (221) zurück in den Speicher (81) fördert, und daß das mit der rückzugewinnenden Komponente angereicherte Permeat in den Zwischenspeicher (8) geleitet wird.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Konzentrator (22, 221) aus kaskadenartig angeordneten Separationsmodulen (23, 24, 231, 241) besteht.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Konzentrator aus Membranmodulen (23, 24, 231, 241) aufgebaut ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet, daß die rückzugewinnende Komponente Xenon ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Permeabilität der Membranmodule (23, 24, 231, 241) größer 5  $0,1 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{bar}$  ist.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

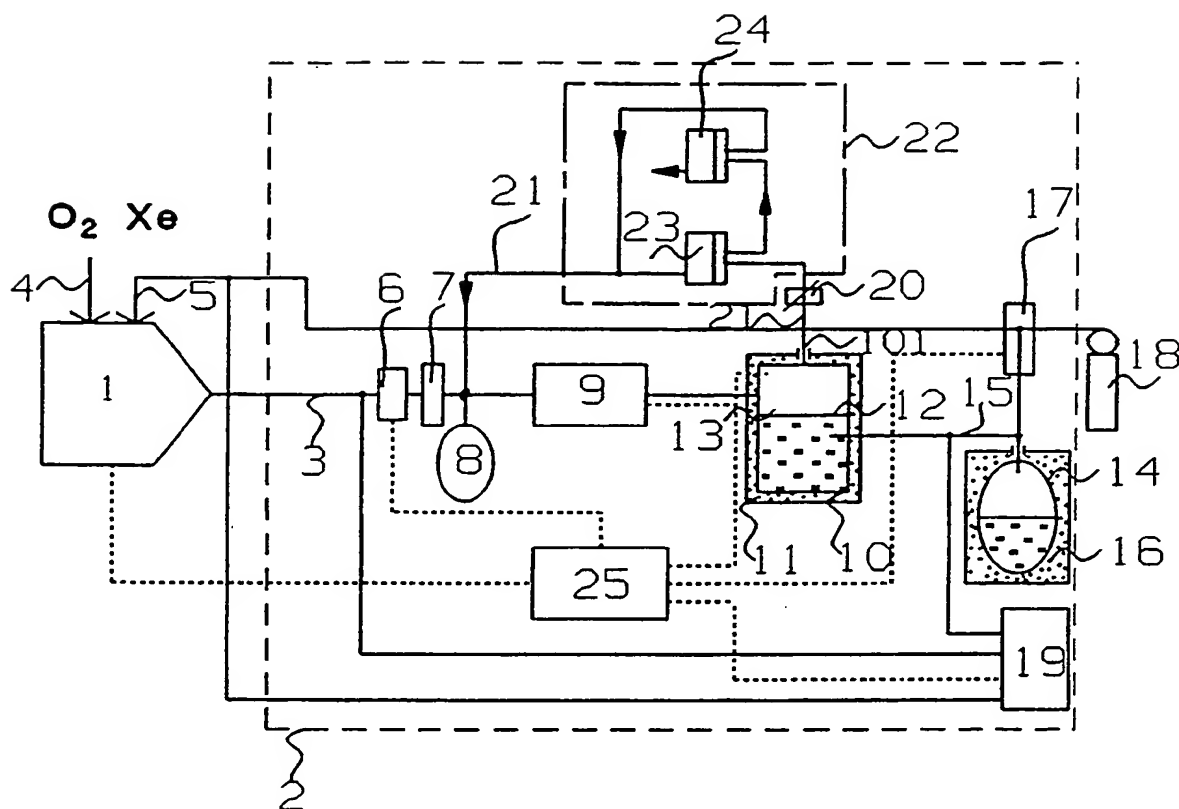


FIG. 1

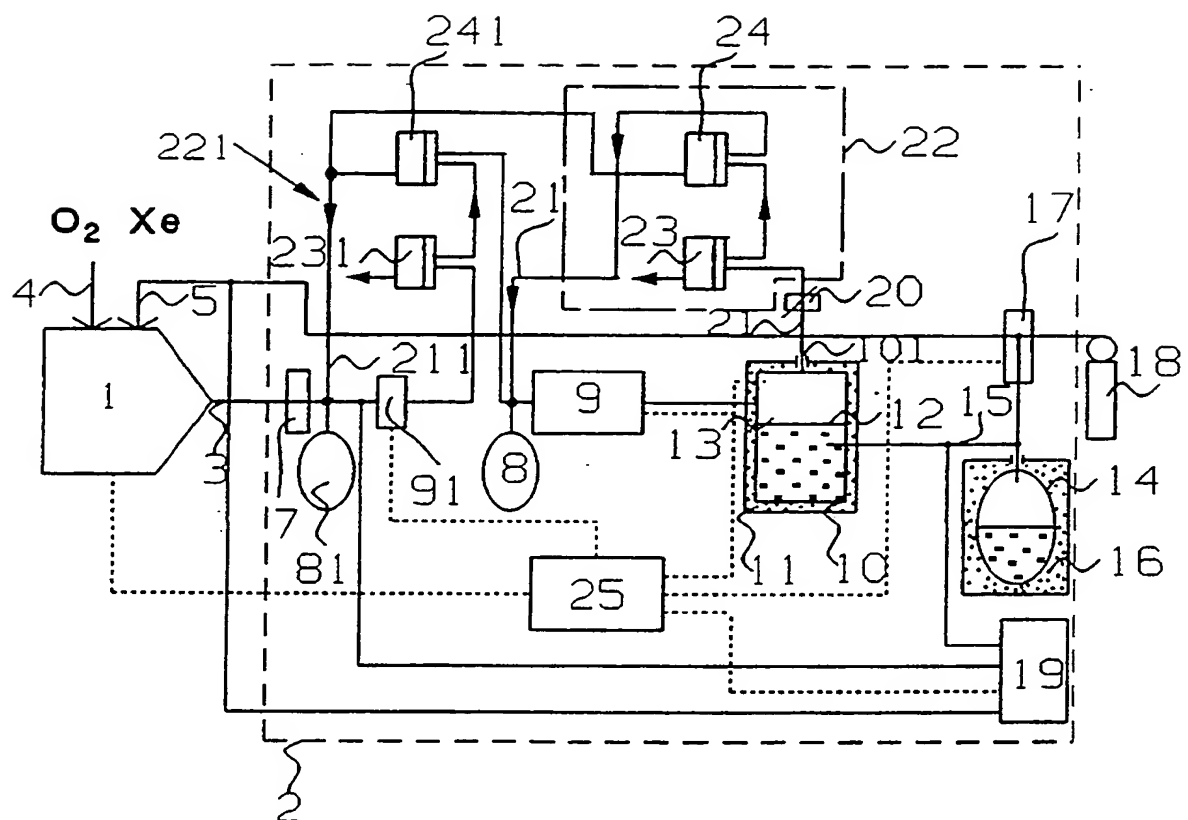


FIG. 2